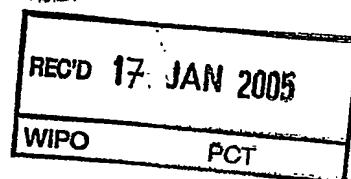




16.12.2004

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
CONFÉDÉRATION SUISSE  
CONFEDERAZIONE SVIZZERA

**Bescheinigung**

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

**Attestation**

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

**Attestazione**

I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, 17. DEZ. 2004

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum  
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle  
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren  
Administration des brevets  
Amministrazione dei brevetti

*H. Jenni*  
Heinz Jenni

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



PCT/EP 2004/014362

16.12.2004

**Hinterlegungsbescheinigung zum Patentgesuch Nr. 02193/03 (Art. 46 Abs. 5 PatV)**

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:

Vorrichtung zum Messen der Distanz zu fernen und nahen Objekten.

Patentbewerber:

Leica Geosystems AG  
Heinrich-Wild-Strasse  
9435 Heerbrugg

Vertreter:

Büchel, Kaminski & Partner Patentanwälte Establishment  
Letzanaweg 25-27  
9495 Triesen  
LI-Liechtenstein

Anmeldedatum: 19.12.2003

Voraussichtliche Klassen: G01S

VORRICHTUNG ZUM MESSEN DER DISTANZ ZU FERNEN UND NAHEN  
OBJEKTEN

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Messen der  
Distanz zu nahen und fernen Objekten, an denen von der  
5 Vorrichtung modulierte und ausgesendete Laserstrahlen  
reflektiert werden, nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Derartige Vorrichtungen zum Messen der Distanz zu einem  
Objekt mit einer Genauigkeit innerhalb weniger Millimeter  
10 sind seit langem bekannt und werden heute in grosser Zahl  
für unterschiedlichste Anwendungen, insbesondere im  
Vermessungs- und Bauwesen, eingesetzt. Zum Messen der  
Distanz wird von einer derartigen Vorrichtung ein  
Sendebündel optischer Strahlen gegen das zu messende Objekt  
15 projiziert. Wenigstens ein Teil der Strahlen des  
Sendebündels wird vom Objekt reflektiert. Über eine Optik  
der Vorrichtung werden Strahlen eingesammelt, die am Objekt  
reflektierte Strahlen und störende Hintergrundstrahlen  
umfassen, und von einem Empfänger der Vorrichtung in ein  
20 elektrisches Signal umgewandelt, das ein den jeweiligen  
Strahlen zuordenbares Nutzsignal bzw. Hintergrundrauschen  
umfasst. Aufgrund der Ausbreitungsgeschwindigkeit optischer  
Strahlen kann durch Auswertung des elektrischen Signals die  
Distanz zum Objekt bestimmt werden.

25

In Abhängigkeit der jeweiligen Anwendung und des dabei  
erforderlichen Distanzbereichs wird auf unterschiedliche  
Arten von Objekten gemessen.

30 Auf ein Objekt, das die gesendeten Strahlen ungerichtet  
gestreut zur Vorrichtung zurück reflektiert, lassen sich

319403

- 2 -

einerseits Messungen der Distanz in einem Bereich von einigen Zentimetern bis zu einigen hundert Metern durchführen. Ein solches Objekt weist typischer Weise eine natürlich raue Oberfläche auf. Die Distanz wird dabei durch  
5 den vom Sendebündel bestrahlten Bereich der Oberfläche bestimmt. Die Grösse des beleuchteten Bereichs bestimmt damit die örtliche Auflösung der Messung auf der Oberfläche des streuend reflektierenden Objekts. Eine hohe örtliche Auflösung ist bei vielen Objekten eine Voraussetzung für  
10 eine genaue Messung. Je geringer die Divergenz des Sendebündels ist, umso kleiner ist der beleuchtete Bereich und umso höher ist - gemäss der DE 198 40 049 A1 - im Allgemeinen die prinzipiell erreichbare Genauigkeit der Messung der Distanz auf ein gestreut reflektierendes Objekt.  
15

Auf ein Objekt, das die gesendeten Strahlen gerichtet zur Vorrichtung zurück reflektiert, lassen sich andererseits Distanzmessungen in einem weiten Bereich von einigen Zentimetern bis zu mehreren Kilometern durchführen. Ein  
20 gerichtet reflektierendes Objekt ist in der Praxis oft als Eckwürfelprisma aus geschliffenem Glas ausgebildet. Da ein solches Objekt eine um viele Grössenordnungen grössere Retroreflektivität aufweist als ein gestreut reflektierendes Objekt, kann von der Vorrichtung nur das gerichtet  
25 reflektierende Objekt selektiv gemessen werden. Auf dieser Eigenschaft basieren heute auch automatische Zielsucheinrichtungen vieler Vermessungsinstrumente. In an sich bekannter Weise muss eine Vorrichtung zum Distanzmessen umso weniger exakt auf ein solches Objekt ausgerichtet sein,  
30 je grösser die Divergenz des Sendebündels ausgebildet ist. Ohne ein exaktes Ausrichten der Vorrichtung kann - gemäss der DE 198 40 049 A1 - der Komfort beim Distanzmessen auf ein gerichtet reflektierendes Objekt, insbesondere bei nahen

219900

- 3 -

und mittleren Distanzen, erheblich gesteigert werden.

Bei derartigen Vorrichtungen sind zwei unterschiedliche Grundformen der Anordnung des Sendebündels relativ zum Empfangsbündel bekannt. Bei der monoaxialen Grundform ist ein gemeinsames Objektiv für das Empfangsbündel und das Sendebündel vorgesehen. Das Sendebündel ist heute in der Regel mit Hilfe eines zentralen Reflexionselements innerhalb des Empfangsbündels angeordnet. Dafür ist zentrale Reflexionselement in der Regel auf der optischen Achse des gemeinsamen Objektivs angeordnet. Bei der biaxialen Grundform sind hingegen das Empfangsbündel und das Sendebündel in einem Abstand zueinander angeordnet. Dabei ist für das Sendebündel und das Empfangsbündel jeweils separates Objektiv vorgesehen.

Gegenüber der jeweils anderen Grundform weisen beide Grundformen Vor- und Nachteile auf, denen je nach Anwendung unterschiedliche Gewichtung zukommt.

20

Unabhängig von der Grundform kommt es jedoch bei derartigen Vorrichtungen, wenn keine speziellen Massnahmen getroffen werden, beim Messen auf ein nahes Objekt zu einem Problem beim Detektieren der am Objekt reflektierten Sendestrahlen, da - unabhängig von der Grundform - ab einer gewissen Distanz die vom Empfänger umzuwandelnden, reflektierten Sendestrahlen umso weniger werden, je näher das Objekt bei der Vorrichtung ist. Unterschreitet dabei das den reflektierten Sendestrahlen zugeordnete Nutzsignal eine kritische Stärke, so wird die Genauigkeit oder die Schnelligkeit der Messungen beeinträchtigt oder ein Messen sogar ganz verunmöglicht.

30

319400

- 4 -

Bei einer Vorrichtung von monoaxialer Grundform kann es aufgrund einer Abschattung durch das zentrale Reflexionselement beim Messen auf ein nahes Objekt zu einem Problem beim Detektieren kommen. Durch das Reflexionselement wird wenigstens einem Teil der vom Objektiv eingesammelten, reflektierten Sendestrahlen der Weg zum Empfänger versperrt. Je näher das zu messende Objekt bei der Vorrichtung ist, umso mehr wandern in der Brennebene des Objektivs die eingesammelten Sendestrahlen vom Zentrum gegen die Peripherie hin weg und können je nach Ausbildung des Empfängers für ein Umwandeln in ein elektrisches Signal verloren gehen. Sowohl bei Messungen auf ein nahes, gerichtet reflektierendes Eckwürfelprisma, auf dessen Ecke das Sendebündel zentrisch ausgerichtet ist, als auch bei Messungen auf ein nahes, gestreut reflektierendes Objekt kann das Nutzsignal einen kritischen Wert unterschreiten. Zur Vermeidung einer solchen Unterschreitung sind unterschiedliche Massnahmen bekannt.

Aus der DE 101 28 484 A1 ist ein Entfernungsmessgerät bekannt, das ein gemeinsames Objektiv, ein als kollimierter Laserstrahl ausgebildetes Sendebündel sowie ein koaxial dazu angeordnetes Empfangsbündel aufweist. Eine Massnahme zur Überwindung des Abschattungsproblems sieht drei nebeneinander angeordnete Lichtleiter vor, deren unterschiedlich grosse Eintrittsflächen nebeneinander in der Brennebene des Objektivs angeordnet sind. Messungen auf ferne Objekte ist dabei die grösste Eintrittsfläche zugeordnet. Die von den Lichtleitern weitergeleiteten Empfangsbündel werden über eine Sammellinse auf einen Detektor abgebildet. Das Empfangsbündel ist durch die drei Eintrittsflächen derart ausgedehnt geformt, dass auch nahe und ferne Objektentfernungen gemessen werden können. Eine

213300

- 5 -

alternative Massnahme sieht einen einzigen Lichtleiter mit einer Eintrittsfläche gleicher Ausdehnung vor. Da im Allgemeinen auch der Umfang störender Strahlen des Hintergrunds proportional zur Eintrittsfläche des Lichtleiters ist, ist davor eine Lichtabschirmmaske angeordnet, um das Verhältnis von reflektierten Sendestrahlen und störender Strahlen des Hintergrunds zu verbessern. Die Maske weist eine zentrale Öffnung und mindestens eine seitliche Öffnung auf, deren Durchmesser im Vergleich zur zentralen Öffnung kleiner ausgebildet ist.

Aus der DE 696 08 066 T2 ist ein Abstandsmessgerät bekannt, das ein gemeinsames Objektiv, ein als kollimierter Laserstrahl ausgebildetes Sendebündel sowie ein koaxial dazu angeordnetes Empfangsbündel aufweist. Zum Messen kleiner Abstände auf gestreut reflektierende Objekte ist eine Ablenkvorrichtung vorgeschlagen, die gestreut reflektiertes, von der optischen Achse des Objektivs gewandertes Messlicht wieder gegen die Achse hin ablenkt. Das Vorsehen derartiger Ablenkvorrichtungen verursacht bei der Herstellung solcher Geräte entsprechende Kosten.

Bei einer Vorrichtung von biaxialer Grundform kommt es bei Messungen auf ein nahes Objekt aufgrund einer Parallaxe des zueinander beabstandeten Sende- und Empfangsbündels zu Problemen beim Detektieren. Je näher das zu messende Objekt bei der Vorrichtung ist, umso mehr wandert in der Brennebene das Empfangsbündel weg von der optischen Achse des beabstandeten Sendebündels. Sowohl bei Messungen auf ein nahes, gerichtet reflektierendes Eckwürfelprisma, auf dessen Ecke das Sendebündel zentrisch ausgerichtet ist, als auch bei Messungen auf ein nahes, gestreut reflektierendes Objekt kann das Nutzsignal den kritischen Wert



219403

- 6 -

unterschreiten. Aus dem Stand der Technik ist eine Vielzahl ganz unterschiedlicher Massnahmen gegen eine solche Unterschreitung bekannt.

- 5 Aus der WO 03 / 002 939 A1 ist eine Vorrichtung zur optischen Distanzmessung von biaxialer Grundform mit einem als kollimierten Laserstrahl ausgebildeten Sendebündel und einem optischen Detektor bekannt, dessen lichtempfindliche Fläche tropfen- oder keilförmig ausgedehnt ausgebildet ist, damit sie einer Strahlverschiebung am Zielobjekt reflektierter Sendestrahlen auch bei kleiner werdenden Zielobjektabständen genügt. Dabei verjüngt sich die Fläche in Richtung der Strahlverschiebung kleiner werdender Zielobjektabstände.
- 10
- 15 Aus der DE 43 16 348 A1 ist eine Vorrichtung zur Entfernungsmessung von biaxialer Grundform mit einer in der Brennebene bewegbaren Lichtleitfaser bekannt, die dem Empfangsbündel der Vorrichtung in Abhängigkeit der Entfernung zum zu messenden Objekt nachgeführt wird. Diese Massnahme reduziert einerseits die Geschwindigkeit beim Messen und erfordert andererseits eine aufwändige Konstruktion.
- 20
- 25 Aus der DE 692 25 811 T2 ist eine optische Radareinrichtung für Fahrzeuge bekannt, deren Sendeinrichtung mittels einer Halbleiter-Laserdiode und einer multifokalen Optik auch ein dekolliertes Sendebündel von Laserstrahlen bereitstellt und damit einen Fahrbahnabschnitt für eine optische
- 30 Abstandsbestimmung von Hindernissen ausleuchtet. Mit einer derartigen Vorrichtung können kurze bis mittlere Distanzen auf Dezimeter genau bestimmt werden.

21.10.00

- 7 -

Es ist Aufgabe der Erfindung Mängel des Standes der Technik zu beheben und eine einfache Vorrichtung zum Distanzmessen bereitzustellen, mit der auf gerichtet oder gestreut reflektierende Objekte, die sich in einem weiten Bereich von nah bis fern zur Vorrichtung befinden, auf komfortable Weise genau gemessen werden kann.

Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

10

Beim Messen von Distanzen zu fernen und nahen Objekten werden von einer erfindungsgemässen Vorrichtung modulierte Laserstrahlen ausgesendet, die an den Objekten reflektiert werden. Die Vorrichtung weist ein Objektiv, Mittel zum Auswählen von Strahlen und einen Empfänger auf. Über das Objektiv werden Strahlen eingesammelt, die neben an den Objekten reflektierten Laserstrahlen auch Hindergrundstrahlen umfassen. Aus einem Bündel eingesammelter Strahlen werden über die Mittel diejenigen Strahlen ausgewählt, die einem zusammenhängenden Querschnittsbereich des Bündels angehören. Dabei weist der Querschnittsbereich einen ersten und wenigstens einen zweiten Abschnitt auf, wobei dem ersten von einem fernen und dem wenigstens zweiten Abschnitt von einem nahen Objekt reflektierte Laserstrahlen zugeordnet sind. Über den Empfänger werden ausgewählte Strahlen des Bündels in ein elektrisches Signal umgewandelt. Gemäss der Erfindung sind die Mittel derart ausgebildet sind, dass der wenigstens eine zweite zumindest die Ausdehnung des ersten Abschnitts aufweist. Dadurch kann das Bündel ausgewählter Strahlen ausserhalb der Vorrichtung derart geformt werden, dass einerseits für ein komfortables Messen zum nahen Objekt ausreichend reflektierte Sendestrahlen umgewandelt werden

0193403

- 8 -

und andererseits - insbesondere beim Messen, auf ferne Objekte - das Hintergrundrauschen reduziert wird, wodurch der Messbereich der Vorrichtung ausgedehnt werden kann.

- 5 Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es eine vorstehend genannte Vorrichtung bereitzustellen, das einen stetigen Verlauf des Nutzsignals mit kleinen Unterschieden in der Stärke des Nutzsignals über den Distanzmessbereich aufweist.
- 10 Zudem soll eine Vorrichtung zum Distanzmessen so weitergebildet werden, dass die Vorrichtung in einem Fernrohr eines Theodoliten integriert werden kann.

Weitere alternative oder vorteilhafte Aus- bzw.

- 15 Weiterbildungen der Erfindung sind in den Merkmalen der abhängigen Patentansprüche beschrieben.

- Nachstehend wird die Erfindung anhand der Figuren rein beispielhaft näher erläutert. Gleiche Gegenstände in
- 20 unterschiedlichen Ausführungsbeispielen, welche dieselben Funktionen ausüben, sind nachstehend mit gleichen Bezeichnungen und Bezugszeichen versehen. Es zeigen:

- Figur 1 eine schematisch dargestellte Messanordnung mit
- 25 einem gerichtet reflektierenden Objekt und einer erfindungsgemässen Vorrichtung von monoaxialer Grundform coaxial integriert in ein Fernrohr in Seitenansicht,

- 30 Figur 2 eine vergrösserte Detailansicht erster Mittel zum Auswählen von Strahlen der Vorrichtung aus Figur 1 und ein Bündel projizierter Strahlen in

219303

- 9 -

Seitenansicht,

Figur 3 eine vergrösserte Detailansicht der ersten Mittel  
aus Figur 2 in Draufsicht,

5

Figur 4 einen Querschnitt durch das projizierte  
Strahlenbündel,

10

Figur 5 eine Gegenüberstellung von vier Draufsichten - der  
Figur 3 entsprechend - denen unterschiedliche  
Distanzen zum gerichtet reflektierenden Objekt  
zugrunde liegen,

15

Figur 6 eine diagrammatische Gegenüberstellung des  
Nutzsignal-Hintergrundrauschen-Verhältnis eines  
elektrischen Signals dreier unterschiedlicher  
Vorrichtungen in Abhängigkeit der Distanz,

20

Figur 7 eine Gegenüberstellung von vier Draufsichten - der  
Figur 3 entsprechend - bei jeweils  
unterschiedlichen Distanzen zu einem gestreut  
reflektierenden Objekt,

25

Figur 8 zweite Mittel zum Auswählen von Strahlen mit einer  
Zylinderlinse vor der Eintrittsfläche einer  
Lichtleitfaser,

30

Figur 9 dritte Mittel zum Auswählen von Strahlen mit einem  
Lichteinfangtrichter vor der Eintrittsfläche einer  
Lichtleitfaser,

Figur 10 vierte Mittel zum Auswählen von Strahlen mit einem  
zusammen gequetschten Endstück einer

213303

- 10 -

Lichtleitfaser,

Figur 11 eine schematisch dargestellte Messanordnung mit  
einem gerichtet reflektierenden Objekt und einer  
erfindungsgemässen biaxialen Vorrichtung von  
biaxialer Grundform in Seitenansicht,

Figur 12 eine vergrösserte Detailansicht fünfter Mittel zum  
Auswählen von Strahlen der Vorrichtung aus Figur 11  
in Draufsicht,

Figur 13 eine Gegenüberstellung von vier Draufsichten auf  
einen Detektor in der Brennebene des  
Empfangsobjektivs der Vorrichtung aus Figur 11 bei  
jeweils unterschiedlichen Distanzen zu einem  
gerichtet reflektierenden Objekt und

Figur 14 eine Gegenüberstellung von vier Draufsichten auf  
einen Detektor in der Brennebene des  
Empfangsobjektivs der Vorrichtung aus Figur 11 bei  
jeweils unterschiedlichen Distanzen zu einem  
gestreut reflektierenden Objekt.

Figur 1 zeigt eine Messanordnung mit einem gerichtet  
reflektierenden Objekt und einer erfindungsgemässen  
Vorrichtung zum Messen der Distanz von monoaxialer  
Grundform, die in einem schematische dargestellten Fernrohr,  
beispielsweise eines Theodoliten, koaxial integriert ist.

Das gerichtet reflektierende Objekt ist hier als  
Eckwürfelprisma 8 ausgebildet und befindet sich in einer  
veränderlichen Distanz  $d$  zur Vorrichtung. Das Objekt kann  
zwischen einer nahen Distanz, von beispielsweise einem

213403

- 11 -

Meter, bis zu einer fernen Distanz, von beispielsweise einem Kilometer, von der Vorrichtung entfernt sein. Rein beispielhafte, schematische Darstellungen von Strahlen in den Figuren 1, 2 und 3 basieren auf einer nahen Distanz d von etwa einem Meter. Die Vorrichtung zum Messen ist hier derart im Fernrohr integriert, dass ein Bündel von der Vorrichtung modulierter und zum Eckwürfelprisma 8 ausgesendeter Laserstrahlen 1 koaxial zur Ziellinie der Vorrichtung ist.

10

In dieser Messanordnung wird das Eckwürfelprisma 8 koinzidierend angemessen. Dabei ist die Ziellinie der Vorrichtung auf das Reflexionszentrum des Eckwürfelprismas 8, das durch dessen Ecke gebildet wird, ausgerichtet. Die ausgesendeten Laserstrahlen 1 werden hier in an sich bekannter Weise am Eckwürfelprisma 8 punktsymmetrisch zur Achse des Bündels reflektiert. Dabei entspricht die Divergenz des Bündels von reflektierten Laserstrahlen 3 der Divergenz des Bündels von ausgesendeten Laserstrahlen 1.

20

Das Fernrohr mit integrierter Vorrichtung zum Messen der Distanz weist hier eine Laserdiode 25, ein zentrales Reflexionselement 21 von rechteckigem Querschnitt, ein Objektiv 2, einen wellenlängenselektiven Spiegel 24, eine Blende 12, eine Zentrierfassung 26, eine zylindrische Multimode-Lichtleitfaser 10, einen Empfänger 7, und ein Okular 23 auf.

25

Die Emissionsfläche der Laserdiode 25 zum Erzeugen modulierter Laserstrahlen ist hier wesentlich vor der senderseitigen Brennebene des Objektivs 2 angeordnet, wodurch die ausgesendeten Laserstrahlen 1 in Form eines

30

213403

- 12 -

dekollimierten Bündels mit einer wesentlichen Divergenz auf das Eckwürfelprisma 8 projiziert werden. Die einzelnen Teilbündel des dekollierten Bündels weisen dabei unterschiedliche Divergenzwinkel auf, die im Wesentlichen proportional zum Relativwinkel der Ausbreitungsrichtung des jeweiligen Teilbündels zur Achse des dekollimierten Bündels sind. Die Divergenz der Teilbündel nimmt dabei ausgehend von der Achse des dekollimierten Bündels, wo die Ausbreitung des Lichtes im Wesentlichen parallel zur Achse verläuft, quer zur Achse stetig zu. Sie weist hier am Rand des Bündels von ausgesendeten Laserstrahlen 1 eine Divergenz von etwa fünf Millirad auf. Wenigstens ein Teil der ausgesendeten Laserstrahlen 1 wird am Eckwürfelprisma 8 reflektiert.

Vom Objektiv 2 werden Strahlen eingesammelt, die wenigstens einen Teil der am Eckwürfelprisma 8 reflektierten Laserstrahlen 3 sowie Hintergrundstrahlen 28 umfassen. Bei der in den Figuren 1, 2 und 3 vorgesehenen Distanz d von einem Meter wird das gesamte dekollimierte Bündel ausgesendeter Laserstrahlen 1 am Eckwürfelprisma 8 zurück reflektiert und das gesamte dekollimierte Bündel reflektierter Laserstrahlen 3 eingesammelt. Nicht alle eingesammelten Strahlen können das zentrale Reflexionselement 21 aufgrund dessen Anordnung hier passieren.

Der Anteil der von an einem Objekt reflektierten, ausgesendeten Strahlen, die ein zentrales Reflexionselement passieren können, werden im Wesentlichen von der Art und Weise der Reflexion des Objekts, von der Divergenz ausgesendeter Strahlen, und nicht zuletzt von der Distanz des Objekts zur Vorrichtung bestimmt.

213503

- 13 -

Die reflektierten Laserstrahlen 3, die das Reflexionselement 21 passiert haben, werden vom wellenlängenselektiven Spiegel 24 zurück gespiegelt, von der Rückseite des zentralen Reflexionselements 21 umgelenkt und auf die Blende 12 projiziert. Wenigstens ein Teil der projizierten Strahlen wird über die Lichtleiterfaser 10 zum Empfänger 7 weitergeleitet und dort in ein elektrisches Signal umgewandelt, aufgrund dessen dann in an sich bekannter Weise die gesuchte Distanz bestimmt wird. Auch bei Figur 1 entsprechenden Vorrichtungen mit einem dekollierten Bündel von ausgesendeten Laserstrahlen 1 können bei Messungen auf Objekte in sehr nahen Distanzen d Probleme auftreten, wenn reflektierte Laserstrahlen 3 nicht in einem für ein schnelles und sicheres Messen ausreichenden Masse zum Empfänger 7 gelangen können.

Figur 2 zeigt eine vergrößerte Detailansicht erster Mittel zum Auswählen von Strahlen der Vorrichtung aus Figur 1 und ein schematisch dargestelltes Bündel darauf projizierter Strahlen in Seitenansicht. Die ersten Mittel zum Auswählen von Strahlen weisen hier ein Endstück der Lichtleiterfaser 10 und die Blende 12 auf. Die Blende 12 wird von der Zentrierfassung 26 knapp über der Eintrittsfläche der Lichtleiterfaser 10 in der empfängerseitigen Brennebene 20 gehalten. Das Bündel auf die Blende 12 projizierten Strahlen enthält am Eckwürfelprisma 8 aus Figur 1 reflektierte Laserstrahlen 3 und Hintergrundstrahlen 28, die eingesammelt, gespiegelt und umgelenkt wurden. Dabei liegen die reflektierten Laserstrahlen 3 in Form eines dekollierten Bündels mit einem gemeinsamen Sammelpunkt 29 vor, der hinter der empfängerseitigen Brennebene 20 hier im Endstück der Lichtleitfaser 10 liegt. Die Blende 12 weist eine längliche



219400

- 14 -

Blendenöffnung 13 auf, deren Öffnungsquerschnittfläche in Figur 3 sichtbar ist.

Figur 3 zeigt eine vergrößerte Detailansicht der ersten  
5 Mittel aus Figur 2 mit Teilen der Blende 12, der  
Lichtleitfaser 10 und der Zentrierfassung 26 zusammen mit  
einem schematisch dargestellten Abbild des Bündels  
projizierter Strahlen in Draufsicht. Das in Figur 2  
dargestellte Bündel projizierter Strahlen umfasst  
10 reflektierte Strahlen 3 und Hintergrundstrahlen 28, die -  
wie aus Figur 1 ersichtlich - vom Objektiv 2 eingesammelt  
und von der Rückseite des zentralen Reflexionselements 21  
umgelenkt wurden. Die Blendenöffnung 13 der Blende 12 ist  
hier konzentrisch zur Eintrittsfläche der Lichtleitfaser 10  
15 angeordnet und weist eine zusammenhängende, längliche  
Querschnittsfläche auf, dessen beide Endabschnitte jeweils  
beidseitig Verbreiterungen aufweisen. Durch die  
Blendenöffnung 13 hindurch sind hier ein Teil der  
Zentrierfassung 26 und ein Teil der Eintrittsfläche der  
20 zylindrischen Lichtleiterfaser 10 sichtbar. Der Rand der  
Eintrittsfläche, der hier nicht sichtbar ist, ist durch eine  
punkt-strichlierte Linie dargestellt.

Ein Teil des Bündels projizierter Strahlen wird an der  
25 Blende 12 abgeblockt. Der andere Teil des Bündels kann über  
die zusammenhängende, längliche Blendenöffnung 13 der  
Blende 12 hindurch treten. Ein wesentlicher Teil davon  
trifft auf die Eintrittsfläche der Lichtleitfaser 10. Auf  
diese Art und Weise werden aus dem Bündel projizierter  
30 Strahlen die Strahlen aus einem bestimmten Bereich des  
Querschnitts des Bündels ausgewählt.

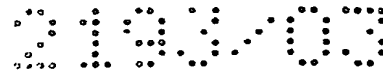
219303

- 15 -

Da - wie aus Figur 1 ersichtlich - der grösste Teil der eingesammelten, am nahen Eckwürfelprisma 8 reflektierten Laserstrahlen 3 das in diesem Ausführungsbeispiel rechteckig geformte, zentrale Reflexionselement 21 nicht passieren kann, bilden die passierenden reflektierten Laserstrahlen 3 einen schmalen, rechteckigen Rahmen 30, der hier über eine Vielzahl von Punkten schematisch dargestellt ist. Die Form des Rahmens 30 wird hier insbesondere durch die Form des zentralen Reflexionselements 21, durch die Distanz zum Eckwürfelprisma 8 und vom Ausmass der Dekollimation des Bündels bestimmt. Da ausgesendete Laserstrahlen 1 durch das Eckwürfelprisma 8 gerichtet zurück reflektiert werden, ist der Rahmen 30 relativ scharf abgegrenzt.

Eingesammelte Hintergrundstrahlen 28 aus Figur 1 und 2 befinden sich innerhalb eines Bereiches, dessen Begrenzung in Figur 3 durch eine strichlierte Kreislinie 31 dargestellt ist. Die Form und Ausdehnung dieses Bereichs wird hier unter anderem durch das Objektiv 2 bestimmt. Wie aus Figur 2 ersichtlich, können über die Blende 12 und die Eintrittsfläche der Lichtleiterfaser 10 neben den am Eckwürfelprisma 8 reflektierten Laserstrahlen 3 auch Hintergrundstrahlen 28 ausgewählt und dann weitergeleitet werden.

Figur 4 zeigt einen in der Brennebene 20 aus Figur 2 liegenden Querschnitt durch das Bündel von Strahlen, die auf die Blende 12 projiziert werden. Die strichlierte Kreislinie 31 begrenzt den Querschnitt des Bündels. Aus dem Bündel projizierter Strahlen werden - wie aus Figur 3 zu ersehen - von der Blende 12 und der Lichtleitfaser 10 über die Blendenöffnung 13 bzw. die Eintrittsfläche Strahlen eines zusammenhängenden ersten Querschnittsbereichs 34



ausgewählt. Dabei entspricht der erste Querschnittsbereich 34 mit den ausgewählten Strahlen hier der gemeinsamen Schnittfläche der Querschnittsfläche der Blendenöffnung 13 und der Eintrittsfläche der

5 Lichtleiterfaser 10.

Der zusammenhängende erste Querschnittsbereich 34 weist hier in der Mitte einen ersten Abschnitt 5 und an den beiden Enden jeweils einen zweiten Abschnitt 6 auf. Die beiden  
10 zweiten Abschnitte 6 weisen - entsprechend den Verbreiterungen der Blendenöffnung 13 aus Figur 3 - eine grössere Ausdehnung als der erste Abschnitt 5 auf.

Wie aus Figur 1 und 3 zu ersehen, befinden die ausgewählten,  
15 von einem nahen Eckwürfelprisma 8 reflektierte Strahlen 3 innerhalb jeweils eines der beiden zweiten Abschnitte 6. Die ausgewählten Strahlen, die neben reflektierten Laserstrahlen 3 auch Hintergrundstrahlen 28 enthalten, werden über die Lichtleitfaser 10 zum Empfänger 7  
20 weitergeleitet. Die ausgewählten Strahlen werden hier vom Empfänger 7 in ein elektrisches Signal umgewandelt, das neben einem eigentlich gewünschten Nutzsignal, das am Eckwürfelprisma 8 reflektierten Strahlen 3 zuordenbar ist, ein störendes Hintergrundrauschen aufweist, das den  
25 Hintergrundstrahlen 28 zuordenbar ist. Je kleiner das Verhältnis des Nutzsignals zum Hintergrundrauschen - die so genannte Signal-to-Noise-Ratio SNR - ist, umso geringer ist im Allgemeinen die von der Vorrichtung maximal messbare Distanz d.

30

Figur 5 zeigt eine Gegenüberstellung von vier der Figur 3 entsprechenden, unterschiedlichen Draufsichten, wobei je nach Draufsicht die Distanz d des Eckwürfelprismas 8 aus

219900

- 17 -

Figur 1 einen Wert von in etwa einem, fünf, zwanzig oder grösser einhundert Metern aufweist.

Alle vier Draufsichten zeigen die nur teilweise sichtbare  
5 Eintrittsfläche der Lichtleitfaser 10 und die  
Blendenöffnung 13, die in der empfängerseitigen  
Brennebene 20 aus Figur 2 liegt. Jede Draufsicht zeigt auf  
die Blende 12 aus Figur 3 projizierte, eingesammelte  
Strahlen mit in Form eines dekollierten Bündels  
10 vorliegenden, reflektierten Laserstrahlen 3. Da in Figur 1  
ausgesendete Laserstrahlen 1 am Eckwürfelprisma 8 gerichtet  
reflektiert werden, sind hier die projizierten Abbilder der  
reflektierten Laserstrahlen 3 relativ scharf abgegrenzt.

15 Der ersten Draufsicht liegt - gleich wie in Figur 3 - die  
nahe Distanz d aus Figur 1 von etwa einem Meter zugrunde.  
Die reflektierten Laserstrahlen 3 bilden dabei den schmalen  
rechteckigen Rahmen 30 aus Figur 3. Die beiden vertikalen  
und horizontalen Rahmentteile weisen dabei nur eine Breite im  
20 Bereich von einigen wenigen Hundertsteln Millimetern auf.  
Die relativ grosse Erstreckung der Eintrittsfläche der  
zylindrischen Lichtleitfaser 10 mit einem einen Durchmesser  
von typischer Weise einem Viertel bis einem ganzen  
Millimeter ermöglicht hier zusammen mit der länglichen  
25 Ersteckung der Blendenöffnung 13, dass selbst weit vom  
Zentrum entfernte, reflektierte Laserstrahlen 3 - von  
Messungen auf nahe Eckwürfelprismen - zum Empfänger gelangen  
können. Da zudem die beiden horizontalen Rahmentteile  
reflektierter Laserstrahlen 3 hier in den Verbreiterungen  
30 der Blendenöffnung 13 zu liegen kommen, können zusätzlich  
reflektierten Laserstrahlen 3, die das zentrale  
Reflexionselement passieren konnten, in die Eintrittsfläche  
eintreten und auf diese Weise ausgewählt werden. Dadruch

2193403

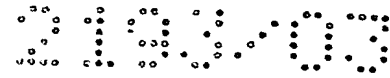
- 18 -

können auch nahe Distanzen  $d$  zuverlässig und schnell gemessen werden.

Der zweiten Draufsicht liegt eine mittlere Distanz  $d$  von  
5 etwa fünf Metern zugrunde. Die reflektierten Laserstrahlen 3 bilden einen halbrunden Rahmen 32 mit wesentlich breiteren Rahmenteilen, da die rechteckige Ausnehmung im Zentrum nur mehr ein Bruchteil der Rahmenfläche ausmacht. Die vertikalen  
10 Rahmenteile weisen an deren Aussenseite eine Rundung auf, da nicht mehr das gesamte dekollierte Bündel ausgesendeter Laserstrahlen vom Eckwürfelprisma aus einer Distanz  $d$  von etwa fünf Metern gerichtet zurück reflektiert wird. Obwohl die breiten horizontalen Rahmenteile hier in einem Abschnitt ohne Verbreiterung zu liegen kommen, enthalten sie  
15 ausreichend reflektierte Laserstrahlen 3, um Messungen sicher und schnell durchführen zu können.

Je grösser die Distanz  $d$  zum Eckwürfelprisma 8 aus Figur 1 gewählt wird, umso kleiner wird das projizierte Bild mit der  
20 rechteckigen Ausnehmung des dekollierten Bündels reflektierter Laserstrahlen 3.

Der vierten Draufsicht liegt eine ferne Distanz  $d$  von grösser einhundert Metern zugrunde. Der Querschnitt des  
25 dekollierten Bündel eingesammelter und reflektierter Laserstrahlen 3 bildet hier in der empfängerseitigen Brennebene 20 aus Figur 1 eine Kreisfläche 33, die im Zentrum nach wie vor eine rechteckige, in Figur 5 nicht mehr sichtbare Ausnehmung aufweist. Die Kreisfläche 33 - mit vom  
30 fernen Eckwürfelprisma 8 reflektierten Laserstrahlen 3 - liegt zur Gänze innerhalb des ersten Abschnitts 5 des Querschnittsbereichs 34 aus Figur 4. Die Kreisfläche 33 weist einen Durchmesser von etwa einem Zwanzigstel



Millimeter auf. Damit kann das gesamte dekollierte Bündel reflektierter Laserstrahlen 3 durch den Mittenabschnitt der Blendeöffnung 13 - der hier dem ersten Abschnitt 5 aus Figur 4 entspricht - hindurch treten. Die Ausdehnung des Mittenabschnitts sollte zumindest diejenige der Kreisfläche 33 aufweisen.

In der Praxis wird die Ausdehnung des Mittenabschnitts der Blendenöffnung 13 mit Vorteil in etwa doppelt so gross wie die Ausdehnung des betreffenden Querschnitts des dekollierten Bündels von einem fernen Eckwürfelprisma 8 reflektierter Laserstrahlen 3 gewählt.

Gleichzeitig werden ein Grossteil der in Figur 2 dargestellten, in Richtung Eintrittsfläche projizierten Hintergrundstrahlen 28 durch die Blende 12 abgeblockt und können so nicht mehr durch die Blendeöffnung 13 in die Eintrittsfläche der Lichtleitfaser 10 eintreten. Dadurch kann das Verhältnis zwischen den Hintergrundstrahlen 28 und den am Eckwürfelprisma reflektierten Laserstrahlen 3 verbessert werden, da diese im Gegensatz zu den Hintergrundstrahlen 28 alle in die Eintrittsfläche eintreten können. Dies ist insbesondere für Messungen auf ferne Objekte von Vorteil.

Figur 6 zeigt eine rein schematische, diagrammatische Gegenüberstellung dreier Kurven SNR-1, SNR-2 und SNR-3, welche jeweils in Abhängigkeit der Distanz  $d$  den Verlauf des Nutzsignal-Hintergrundrauschen-Verhältnisses SNR dreier elektrischer Signale darstellen, die drei unterschiedlichen Vorrichtungen zuordenbar sind. Der rechnerischen Bestimmung des jeweiligen Nutzsignal-Hintergrundrauschen-Verhältnisses SNR, liegt die Messanordnung aus Figur 1 zugrunde. Auf der

2199/03

- 20 -

Abszisse der diagrammatischen Gegenüberstellung ist logarithmisch die Distanz  $d$  des Eckwürfelreflektors 8 von der Vorrichtung in Metern aufgetragen. Auf der Ordinate ist der zugeordnete Wert des Nutzsignal-Hintergrundrauschen-Verhältnisses SNR aufgetragen.

Der Verlauf des Nutzsignal-Hintergrundrauschen-Verhältnisses SNR des vom Empfänger 7 aus Figur 1 erzeugten, elektrischen Signals hängt sehr stark von der jeweiligen Ausbildung und Dimensionierung der Teile der Vorrichtung zum Messen der Distanz ab. Insbesondere die Gestaltung des Empfängers und ein Vorsehen von Mitteln zum Auswählen können dabei einen wesentlichen Einfluss auf den Verlauf haben.

Die als durchgehende Linie dargestellte erste Kurve SNR-1 ist der erfindungsgemässen Vorrichtung zum Messen der Distanz aus den Figuren 1 bis 5 zugeordnet, bei welcher die ersten Mittel - die Blende 12 in Kombination mit der grossflächigen, dicken Lichtleitfaser 10 - zum Auswählen von Strahlen vorgesehen sind. Da sich die längliche Blendenöffnung 13 quer über die Eintrittsfläche der dicken Lichtleitfaser 10 erstreckt, können auch am nahen Eckwürfelprisma 8 reflektierte Laserstrahlen 3 in ausreichender Anzahl in die Lichtleitfaser eintreten. Dank den Verbreiterungen an den Enden der Blendenöffnung 13, können in ausreichendem Umfang reflektierte Laserstrahlen 3 in die Lichtleitfaser 10 eintreten. Ein ausreichend hohes Nutzsignal-Hintergrundrauschen-Verhältnis SNR von über einhundert ermöglicht zuverlässige Messungen auch auf Objekte in Distanzen  $d$  deutlich unterhalb einem Meter. Da zudem der erste Querschnittsbereich 34 aus Figur 4 im Vergleich zur Eintrittsfläche der Lichtleitfaser 10 klein ist, wird ein wesentlicher Teil des Hintergrundlichts 28

213403

- 21 -

abgeblockt. Insbesondere bei Messungen auf ferne Objekte kann ein dominanter Teil der Hintergrundstrahlen 28 von der Blende 12 abgeblockt werden, wodurch das Nutzsignal-Hintergrundrauschen-Verhältnis SNR beim Messen auf Objekte

5 ab einer bestimmten Distanz - im Vergleich zu einer Vorrichtung ohne Mittel zum Auswählen von Strahlen - deutlich erhöht wird. Dank den Mitteln kann hier sowohl in der Nähe zuverlässig und schnell gemessen als auch der Distanzbereich für Messungen auf ferne Objekte ausgeweitet

10 werden.

Die als punkt-strichlierte Linie dargestellte zweite Kurve SNR-2 ist einer an sich bekannten, modifizierten Vorrichtung zugeordnet, bei der im Gegensatz zur

15 erfindungsgemässen Vorrichtung der Figuren 1 bis 5 keine der Eintrittsfläche vorgelagerte Blende 12 vorgesehen ist und nur eine der dicken Lichtleitfaser 10 aus Figur 1 vergleichbare Lichtleitfaser aufweist. Mit der modifizierten Vorrichtung lassen sich gleichfalls Distanzen deutlich

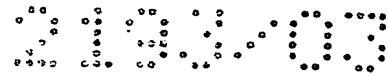
20 unterhalb eines Meters auf gerichtet reflektierende Objekte mit einem vergleichbaren Nutzsignal-Hintergrundrauschen-Verhältnis SNR zuverlässig und komfortabel messen. Hingegen ist beim Messen auf Objekte oberhalb einer gewissen Distanz d durch die fehlenden Blende 12 das Nutzsignal-

25 Hintergrundrauschen-Verhältnis SNR deutlich niedriger, wodurch die maximal messbaren Distanzen d auf Objekte deutlich reduziert werden.

Die als strichlierte Linie dargestellte dritte Kurve SNR-3

30 ist einer weiteren modifizierten Vorrichtung zum Messen der Distanz zugeordnet, die im Gegensatz zur modifizierten Vorrichtung eine vergleichsweise dünne, zylindrische Lichtleitfaser aufweist. Der Durchmesser der dünnen



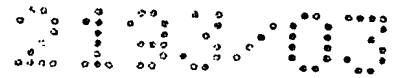


- 22 -

Lichtleitfaser ist dabei für die vergleichende Darstellung von Figur 6 derart gewählt, dass die Eintrittsfläche der dünnen Lichtleitfaser in etwa der Fläche des von der Blende 12 nicht abgeschatteten Teils der Eintrittsfläche der dicken Lichtleitfaser 10 aus Figur 3 entspricht.

Über den - im Vergleich zu den zwei vorstehenden Ausführungsformen - kleineren Durchmesser können weniger vom nahen Objekt reflektierte Strahlen in die dünne Lichtleitfaser eintreten. Der in Richtung naher Distanzen d steil abfallende Verlauf der dritten Kurve SNR-3 verunmöglicht hier sogar zuverlässige Messungen auf Objekte in Distanzen deutlich unterhalb einem Meter. Durch die von dem zentralen Reflexionselement abgeblockten, am nahen Objekt reflektierten Strahlen hat die dünnere Lichtleitfaser mit deren kleiner Ersteckung beim Messen auf nahe Objekte deutliche Nachteile. Beim Messen auf ferne Objekte entspricht ab einer bestimmten Distanz die dritte Kurve SNR-3 hingegen der ersten Kurve SNR-1 der erfindungsgemässen Vorrichtung. Damit kann zumindest auf weit fernte Objekte zuverlässig gemessen werden.

Ein weiterer Vorteil einer erfindungsgemässen Vorrichtung, beispielsweise mit einer Blende 12 und dicken Lichtleitfaser 10, ist die - im Vergleich zu den zwei modifizierten Vorrichtungen - kleinere Signalvariation beim Messen auf Objekte in unterschiedlichen Distanzen von nah bis fern. Dies gilt insbesondere im Übergangsbereich zwischen nahen und fernen Objekten. Diese geringeren Unterschiede erlauben die Verwendung einfacherer elektro-optischer Einrichtungen zum Umwandeln ausgewählter Strahlen in elektrische Signale.

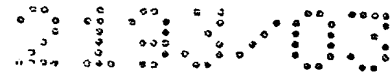


Figur 7 zeigt eine - der Figur 5 entsprechende -  
Gegenüberstellung von vier unterschiedlichen Draufsichten,  
wobei hier mit der erfindungsgemässen Vorrichtung im  
Gegensatz zu Figur 5 nicht auf das Eckwürfelprisma 8 aus  
5 Figur 1, sondern auf ein gestreut reflektierendes Objekt mit  
einer natürlich rauen Oberfläche gemessen wird, das jeweils  
entsprechend der Figur 5 zur Vorrichtung beabstandet ist.

In der jeweiligen Draufsicht werden die eingesammelten, an  
10 der rauen Oberfläche gestreut reflektierten Laserstrahlen  
auf die Blende 12 in der Brennebene 20 aus Figur 3  
fokussiert. Da in Form eines dekollierten Bündels  
ausgesendete Laserstrahlen 1 aus Figur 1 durch die raue  
Oberfläche gestreut reflektiert werden, sind die  
15 projizierten Abbilder der eingesammelten, gestreut  
reflektierten Laserstrahlen an deren Aussen- und Innenrand  
diffus unscharf abgegrenzt.

Der ersten Draufsicht liegt - entsprechend der Figur 5 - die  
20 nahe Distanz  $d$  von etwa einem Meter aus Figur 1 zugrunde.  
Die gestreut reflektierten Laserstrahlen füllen den durch  
die strichlierte Kreislinie 31 aus Figur 3 und 4 begrenzten  
Bereich für eingesammelte Strahlen mit Ausnahme einer  
rechteckigen Ausnehmung im Zentrum aus. Viele der an der  
25 rauen Oberfläche reflektierten Laserstrahlen, die das  
zentrale Reflexionselement passieren konnten, treten in die  
Eintrittsfläche ein und werden ausgewählt, so dass auch nahe  
Distanzen zuverlässig und schnell gemessen werden können.

30 Je grösser die Distanz zum Objekt mit der natürlich rauen  
Oberfläche gewählt wird, umso kleiner werden das Abbild  
reflektierter Laserstrahlen mit einer - im Vergleich zu



Figur 5 ebenfalls kleineren - rechteckigen Ausnehmung.

Der vierten Draufsicht liegt eine ferne Distanz  $d$  von grösser einhundert Metern zugrunde. Der Querschnitt

5 reflektierter und eingesamelter Laserstrahlen bildet hier in der empfängerseitigen Brennebene nur mehr eine punktförmige Fläche 35, die einen Durchmesser im Bereich von wenigen Mikrometern und im Zentrum praktisch keine Ausnehmung mehr aufweist.

10

Die hier für ein Messen auf gerichtet reflektierende Objekte optimierte Form der Blendenöffnung 13 ermöglicht es auch bei Messungen auf gestreut reflektierende Objekte einerseits die Variation des elektrischen Signals zwischen nahen und fernen

15 Objekten zu reduzieren und andererseits auf nahe Objekte sicher und zuverlässig zu messen. Wie aus der ersten Draufsicht aus Figur 7 ersichtlich kann durch die beiden Verbreiterungen der Blendenöffnung 13 die mit abnehmender Distanz zunehmende Abschattung teilweise kompensiert werden.

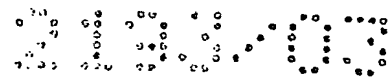
20

Eingesammelte in Richtung der Eintrittsfläche projizierte Hintergrundstrahlen 28 werden durch die Blendendöffnung 13 umgebende Blende 12 aus Figur 3 hier zu einem wesentlichen Teil abgeblockt und können so nicht mehr in die

25 Eintrittsfläche der Lichtleitfaser 10 eintreten. Damit kann auch beim Messen an gestreut reflektierenden Objekten das Verhältnis zwischen gestreut reflektierten Laserstrahlen und Hintergrundstrahlen über die Blende 12 gesteigert werden. Dies ist insbesondere für Messungen auf ferne Objekte von

30 Vorteil.

Figur 8 zeigt einen schematisch dargestellten Teil des Bündels projizierter Strahlen aus Figur 2 und zweite Mittel



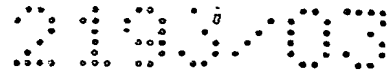
einer erfindungsgemässen Vorrichtung zum Auswählen von Strahlen des Bündels in einer Schrägansicht. Die dicke Lichtleitfaser 10 aus Figur 2 und eine Zylinderlinse 36, die anstatt der Blende 12 aus Figur 2 oberhalb deren

5 Eintrittsfläche angeordnet ist, bilden hier die zweiten Mittel zum Auswählen von Strahlen eines zusammenhängenden zweiten Querschnittsbereichs 37 des Querschnitts des Bündels projizierter Strahlen. Der zweite Querschnittsbereich 37 umfasst von der Vorrichtung ausgesendete, an einem Objekt  
10 reflektierte Laserstrahlen 3 und Hintergrundstrahlen 28 aus Figur 1, die vom Objektiv 2 eingesammelt wurden. Die Eintrittsfläche der Lichtleitfaser 10 ist mit Vorteil zwischen der Zylinderlinse 36 und deren Brennpunkt angeordnet.

15

Ein hier nicht dargestellter Teil des Bündels projizierter Strahlen geht entweder an der Zylinderlinse 36 vorbei oder trifft auf diese und verfehlt jedoch die Eintrittsfläche der Lichtleiterfaser 10. Ein hier schematisch dargestellter  
20 anderer Teil des Bündels projizierter Strahlen trifft auf die Zylinderlinse 36, wird von dieser in Richtung der Eintrittsfläche gebrochen, kann in die Lichtleitfaser 10 eintreten und zum Empfänger weitergeleitet werden. Durch eine solche Kombination einer Zylinderlinse 36 und der  
25 Lichtleitfaser 10 werden aus dem eingesammelten, projizierten Bündel Strahlen aus einem bestimmten Bereich des Querschnitts des Bündels ausgewählt.

Der durch die zweiten Mittel ausgewählte zusammenhängende  
30 zweite Querschnittsbereich 37 weist eine längliche Form mit einer einzigen im Wesentlichen konstanten Ausdehnung über dessen Längsersteckung auf. Die beiden Enden sind bedingt durch die zylindrische Lichtleitfaser 10 jeweils mit einer



- 26 -

Rundung versehen. Neben den Einfallswinkeln der projizierten Strahlen wird die Länge und die Ausdehnung in der Breite des Querschnittsbereichs 37 im Wesentlichen von der Brechkraft der Zylinderlinse 36 bzw. vom Durchmesser der

5 Lichtleitfaser 10 bestimmt.

Der zweite Querschnittsbereich 37 weist hier - vergleichbar dem ersten Querschnittsbereich 34 aus Figur 4 - in der Mitte einen ersten Abschnitt 5 und an den beiden Enden jeweils

10 einen zweiten Abschnitt 6 auf. Im Gegensatz zu Figur 4 weisen die beiden zweiten Abschnitte 6 hier dieselbe Ausdehnung wie der erste Abschnitt 5 auf.

Figur 9 zeigt dritte Mittel zum Auswählen von Strahlen einer  
15 erfindungsgemässen Vorrichtung zum Messen der Distanz in einer Schrägansicht.

Die Lichtleitfaser 10 und ein als Lichteinfang wirkendes, trichterförmiges Bauteil 38 aus Glas oder optisch

20 transparentem Kunststoff, das anstatt der Zylinderlinse 36 oberhalb deren Eintrittsfläche angeordnet ist, bilden hier die dritten Mittel zum Auswählen von Strahlen eines zusammenhängenden Querschnittsbereichs eines Bündels eingesammelter Strahlen. Die Eintrittsseite des

25 trichterförmigen Bauteils 38 wird in einer erfindungsgemässen Vorrichtung - entsprechend der Blende 12 aus Figur 2 - in der empfängerseitigen Brennebene 20 angeordnet. Das trichterförmige Bauteil 38 kann gegebenenfalls zusätzlich wenigstens teilweise verspiegelt

30 sein. Da der vom trichterförmigen Bauteil 38 ausgewählte Querschnittsbereich im Wesentlichen dem ersten Querschnittsbereich aus Figur 4 entspricht, weist es eine der Blende 12 aus Figur 3 vergleichbare Wirkung auf.



Figur 10 zeigt vierte Mittel zum Auswählen von Strahlen einer erfindungsgemässen Vorrichtung in einer Schrägansicht, die von einem trichterförmig zusammen gequetschten

- 5 Endstück 39 einer Lichtleitfaser gebildet werden. Die deformierte Eintrittsfläche des zusammen gequetschten Endstück 39 wird in einer erfindungsgemässen Vorrichtung - entsprechend der Blende 12 aus Figur 2 - in der empfängerseitigen Brennebene 20 angeordnet. Die Form der
- 10 deformierten Eintrittsfläche und die Form der Blendenöffnung 13 bzw. des Eintrittsseite des trichterförmigen Bauteils 38 aus Figur 9 weisen eine vergleichbare Wirkung auf.
- 15 Figur 11 zeigt eine der Figur 1 entsprechende Messanordnung mit einem gerichtet reflektierenden Objekt und einer erfindungsgemässen Vorrichtung zum Messen der Distanz von biaxialer Grundform.
- 20 Wie in Figur 1 wird hier auf ein als Eckwürfelprisma 8 ausgebildetes, gerichtet reflektierendes Objekt gemessen, das sich in einer veränderlichen Distanz  $d$  zur Vorrichtung befindet. Das Objekt wird hier - wie in Figur 1 - koinzidierend angemessen. Dabei ist Vorrichtung derart auf
- 25 das Eckwürfelprisma 8 ausgerichtet, dass sich das Reflexionszentrum des Eckwürfelprismas 8 auf der Achse eines Bündels von der Vorrichtung modulierter und ausgesendeter Laserstrahlen 1 befindet.
- 30 Die biaxiale Vorrichtung weist hier ein Objektiv 2 zum Einsammeln von Strahlen, einen als fünfte Mittel zum Auswählen von Strahlen ausgebildeten Empfänger 7, ein weiteres Objektiv 41 mit rechteckiger Öffnung und eine

2193403

- 28 -

Laserdiode 25 auf.

Die Emissionsfläche der Laserdiode 25 zum Erzeugen der modulierten Laserstrahlen ist auch hier wesentlich vor der Brennebene des Objektivs 41 angeordnet, wodurch die ausgesendeten Laserstrahlen 1 in Form eines dekollierten, deutlich divergenten Bündels - das dem dekollierten Bündel aus Figur 1 entspricht - auf das Eckwürfelprisma 8 projiziert werden.

10

Vom Objektiv 2 werden Strahlen eingesammelt, die wenigstens einen Teil der am Eckwürfelprisma 8 reflektierten Laserstrahlen 3 sowie Hintergrundstrahlen 28 umfassen. Die am Eckwürfelprisma 8 reflektierten Laserstrahlen 3 liegen dabei in Form eines dekollierten Bündels vor. Die eingesammelten Strahlen werden in Richtung des Empfängers 7 projiziert, der hier in der Nähe der Brennebene 20 des Objektivs 2 angeordnet ist.

20 Wie bei der Vorrichtung aus Figur 1 treten beim Messen auf Objekte in sehr nahen Distanzen  $d$  - hier allerdings aufgrund der Parallaxe biaxialer Vorrichtungen - Probleme auf.

Figur 12 zeigt schematisch dargestellt eine vergrößerte Detailansicht der fünften Mittel zum Auswählen von Strahlen aus Figur 11 zusammen mit einem Abbild des Bündels eingesammelter, von einem nahen Objekt gerichtet reflektierter Strahlen in Draufsicht. Der Empfänger 7 weist einen Detektor 40 mit einer aktiven Detektorfläche 42 auf.

30 Die zusammenhängende Detektorfläche 42 weist hier eine länglich progressiv auseinander laufende, trompetenförmige Form auf.



- 29 -

Da - wie aus Figur 11 ersichtlich - der grösste Teil am nahen Eckwürfelprisma 8 reflektierter Laserstrahlen 3 vom Objektiv 2 nicht eingesammelt werden kann, bilden hier die reflektierten Laserstrahlen 3 einen schmalen, scharf

5 abgegrenzten Kreisabschnitt 43, der gleichfalls über eine Vielzahl von Punkten schematisch dargestellt ist. Durch die rechteckige Öffnung des weiteren Objektivs 41 weist das Bündel ausgesendeter Laserstrahlen 1 einen rechteckigen Querschnitt auf, der die gerade Begrenzungslinie des  
10 Kreisabschnitts 43 verursacht. Die runde Begrenzungslinie geht auf die kreisförmige Öffnung des Objektivs 2 zurück.

Gemäss Figur 11 werden aber auch über das Objektiv 2 Hintergrundstrahlen 28 eingesammelt und in Richtung des  
15 Empfängers 7 projiziert. Diese treffen auf den gesamten hier dargestellten Teils des Empfängers 7. Neben den am Eckwürfelprisma 8 reflektierten Laserstrahlen 3 werden dadurch auch auf die aktive Detektorfläche 42 fokussierte Hintergrundstrahlen 28 detektiert.

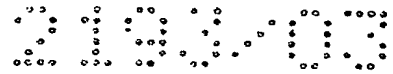
20

Über die Detektorfläche 42 werden von der erfindungsgemässen Vorrichtung aus Figur 11 aus dem Bündel eingesammelter Strahlen gezielt Strahlen aus einem Querschnittsbereich des Bündels ausgewählt, der mit der aktiven Detektorfläche 42  
25 zusammenfällt. Nur dieser Teil des Bündels eingesammelter Strahlen wird vom Empfänger 7 in elektrische Signale umgewandelt. In diesem Ausführungsbeispiel entspricht der Querschnittsbereich mit den ausgewählten Strahlen der Detektorfläche 42.

30

Der Querschnittsbereich weist hier einenenends einen ersten Abschnitt 5 und anderenends einen zweiten Abschnitt 6 auf. Ausgewählte, von einem fernen Eckwürfelprisma 8 reflektierte





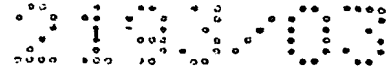
- 30 -

Laserstrahlen 3 liegen innerhalb des ersten Abschnitts 5, während ausgewählte, von einem nahen Eckwürfelprisma 8 reflektierte Laserstrahlen 3 innerhalb des zweiten Abschnitts 6 liegen. Der zweite Abschnitt 6 weist hier eine grössere Ausdehnung als der erste Abschnitt 5 auf, wodurch mehr der wenigen am sehr nahen Eckwürfelprisma 8 eingesammelten, reflektierten Laserstrahlen 3 aus Figur 11 detektiert werden können.

Figur 13 und 14 zeigen jeweils eine Gegenüberstellung, welche jeweils der Gegenüberstellung der Figur 5 bzw. 7 entspricht. Anstelle von Draufsichten auf Mittel zum Auswählen von Strahlen der Vorrichtung von monaxialer Grundform aus Figur 1 zeigen Figur 13 und 14 Draufsichten auf Mittel zum Auswählen von Strahlen der Vorrichtung von biaxialer Grundform aus Figur 11.

Die Draufsichten von Figur 13 zeigen scharf abgegrenzte Abbilder am Eckwürfelprisma 8 aus Figur 11 gerichtet reflektierter Laserstrahlen 3. Die Draufsichten von Figur 14 hingegen zeigen diffuse Abbilder an einer natürlich rauen Oberfläche gestreut reflektierter Laserstrahlen 3.

Die erste Draufsicht von Figur 13 zeigt einen rechteckigen Rahmen 44, der dem rechteckigen Querschnitt des dekollierten Bündels ausgesendeter Laserstrahlen 1 aus Figur 11 entspricht. Infolge des Abstand zwischen dem empfangsseitigen und dem sendeseitigen Objektiv 2 bzw. 41 werden die eingesammelten, gerichtet reflektierten Laserstrahlen 3 durch den Rand des runden Objektivs 2 begrenzt, so dass bei nahen Distanzen nur der Kreisabschnitt 43 auf den Empfänger 7 aus Figur 12



projiziert wird.

Bei einer Distanz  $d$  von etwa einem Meter - welche der ersten Draufsicht zugrunde liegt - ist der Kreisabschnitt 43 hier  
5 sehr schmal. Da gemäss der Erfindung in diesem Bereich die Detektorfläche 42 jedoch stark ausgedehnt ist, werden dennoch ausreichend am Eckwürfelprisma 8 reflektierte Laserstrahlen 3 detektiert, um zuverlässig und schnell Messen zu können.

10

Bei einer Distanz  $d$  von etwa 5 Metern - welche der zweiten Draufsicht zugrunde liegt - fällt der Kreisabschnitt 43 deutlich breiter aus und wandert in Richtung der Achse des Bündels ausgesendeter Laserstrahlen 1 aus Figur 11. Die  
15 dadurch zunehmende Menge eingesamelter, reflektierten Laserstrahlen 3 kann teilweise durch die in derselben Richtung abnehmende Ausdehnung der Detektorfläche 42 teilweise kompensiert werden.

20 Bei einer Distanz  $d$  von etwa 20 Metern - welche der dritten Draufsicht zugrunde liegt - bildet das Abbild reflektierter Laserstrahlen 3 bereits eine ganze Kreisfläche.

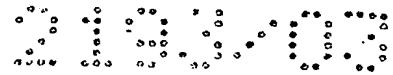
Bei einer Distanz  $d$  von etwa einhundert Metern - welche der  
25 vierten Draufsicht zugrunde liegt - verschiebt sich die Position des Abbilds reflektierter Laserstrahlen 3 auch bei weiter zunehmender Distanz  $d$  nicht mehr. Alle eingesammelten, reflektierten Laserstrahlen 3 treffen nun auf den Teil der Detektorfläche 42 mit der kleinsten  
30 Ausdehnung. Bei noch grösseren Distanzen nimmt dann das umgewandelte, elektrische Signal quadratisch mit zunehmender Distanz ab.

219303

- 32 -

## PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum Messen der Distanz (d) zu fernen und nahen Objekten (8), an denen von der Vorrichtung modulierte und ausgesendete Laserstrahlen (1) reflektiert werden, mit
  - einem Objektiv (2) zum Einsammeln von Strahlen, die an den Objekten reflektierte Laserstrahlen (3) und Hindergrundstrahlen (28) umfassen,
  - Mitteln (12, 36, 38, 39, 40) zum Auswählen von Strahlen eines zusammenhängenden Querschnittsbereichs (34, 37) eines Bündels eingesammelter Strahlen, der einen ersten (5) und wenigstens einen zweiten Abschnitt (6) aufweist, wobei dem ersten (5) von einem fernen und dem wenigstens einen zweiten Abschnitt (6) von einem nahen Objekt reflektierte Laserstrahlen (3) zugeordnet sind, und
  - einem Empfänger (7) zum Umwandeln ausgewählter Strahlen in ein elektrisches Signal,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel (12, 36, 38, 39, 40) derart ausgebildet sind, dass der wenigstens eine zweite Abschnitt (6) mindestens die Ausdehnung des ersten Abschnitts (5) aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel (12, 38, 39, 40) derart ausgebildet sind, dass der wenigstens eine zweite Abschnitt (6) eine grössere Ausdehnung als der erste Abschnitt (5) aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Messen auf ein gerichtet



reflektierendes Objekt (8) die ausgesendeten Laserstrahlen (1) als dekolliertes Strahlenbündels ausgebildet sind.

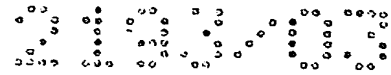
- 5 4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel (12, 38, 39, 40) derart ausgebildet sind, dass sich der ausgewählte Querschnittsbereich (34) ausgehend vom wenigstens einen zweiten Abschnitt (6) hin zum ersten Abschnitt (5) derart verjüngt, dass beim
- 10 Messen auf das gerichtet reflektierende Objekt (8) in unterschiedlichen Distanzen (d) von nah bis fern die jeweiligen Unterschiede zwischen der Intensität ausgewählter Strahlen reduziert werden.
- 15 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Messen auf ein gestreut reflektierendes Objekt die ausgesendeten Laserstrahlen als kollimiertes Strahlenbündels ausgebildet sind.
- 20 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel (12, 36, 38, 39, 40) derart ausgebildet sind, dass sich der ausgewählte Querschnittsbereich (34) ausgehend vom wenigstens einen zweiten (6) hin zum ersten Abschnitt (5) derart verjüngt, dass beim Messen
- 25 auf das gerichtet reflektierende (8) und auf das gestreut reflektierende Objekt jeweils in unterschiedlichen Distanzen (d) von nah bis fern die jeweiligen Unterschiede zwischen der Intensität ausgewählter Strahlen reduziert werden.
- 30 7. Vorrichtung nach einen der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine Multimode-Lichtleitfaser (10) zum Weiterleiten ausgewählter

313400

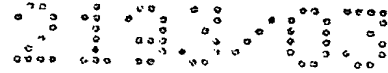
- 34 -

Strahlen vorgesehen ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**,  
dass die Mittel (39) zum Auswählen als länglich zusammen  
5 gequetschtes Endstück einer Multimode-Lichtleitfaser  
(10) ausgebildet sind.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch  
gekennzeichnet**, dass die Mittel (12) zum Auswählen als  
10 Blende, beispielsweise als Schlitzblende oder als  
Kreuzschlitzblende, gegebenenfalls in Kombination mit  
der Eintrittsfläche der Multimode-Lichtleitfaser (10)  
ausgebildet sind.
- 15 10. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**,  
dass die Mittel zum Auswählen als reflektives,  
refraktives oder diffraktives optisches Element,  
gegebenenfalls als Zylinderlinse (36), Freiformlinse  
oder, gegebenenfalls verspiegelter,  
20 Lichteinfangtrichter, gegebenenfalls vor der  
Eintrittsfläche der Multimode-Lichtleitfaser (10),  
ausgebildet sind.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch  
gekennzeichnet**, dass die Mittel zum Auswählen als  
25 Detektor (40) mit einer länglichen, aktiven  
Detektionsfläche (42) ausgebildet sind.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch  
gekennzeichnet**, dass Mittel (12, 36, 38, 39, 40) zum  
30 Auswählen in der Nähe der Brennebene (20) des Objektivs  
(2) zum Einsammeln von Strahlen angeordnet ist.



13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die modulierten Laserstrahlen (1) durch das Objektiv (2) zum Einsammeln eines Bündels, gegebenenfalls über ein auf der Achse des Objektivs (2) angeordnetes Reflexionselement (21), zu den Objekten (8) ausgesendet werden.
- 5
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die modulierten Laserstrahlen (1) durch ein weiteres Objektiv (41) zu den Objekten (8) ausgesendet werden.
- 10
15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Okular (23) vorgesehen ist, wobei das Okular (23) und das Objektiv (41) ein Fernrohr zum Anzielen der Objekte (8) bilden.
- 15



## ZUSAMMENFASSUNG

Beim Messen von Distanzen (d) zu fernen und nahen Objekten (8) werden von einer erfindungsgemässen Vorrichtung modulierte Laserstrahlen (1) ausgesendet, die an den

5 Objekten reflektiert werden. Die Vorrichtung weist ein Objektiv (2), Mittel (12, 36, 38, 39, 40) zum Auswählen von Strahlen und einen Empfänger (7) auf. Über das Objektiv werden Strahlen eingesammelt, die neben an den Objekten reflektierten Laserstrahlen (3) auch Hintergrundstrahlen

10 (28) umfassen. Aus einem Bündel eingesammelter Strahlen werden über die Mittel (12, 36, 38, 39, 40) diejenigen Strahlen ausgewählt, die einem zusammenhängenden Querschnittsbereich (34, 37) des Bündels angehören. Dabei weist der Querschnittsbereich einen ersten (5) und wenigstens

15 einen zweiten Abschnitt (6) auf, wobei dem ersten (5) von einem fernen und dem wenigstens zweiten Abschnitt (6) von einem nahen Objekt (8) reflektierte Laserstrahlen (3) zugeordnet sind.

Fig. 1

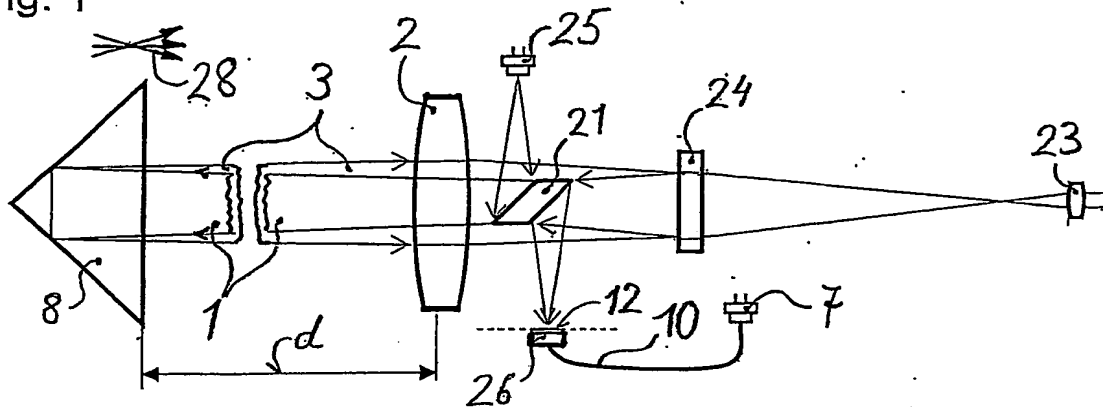


Fig. 2

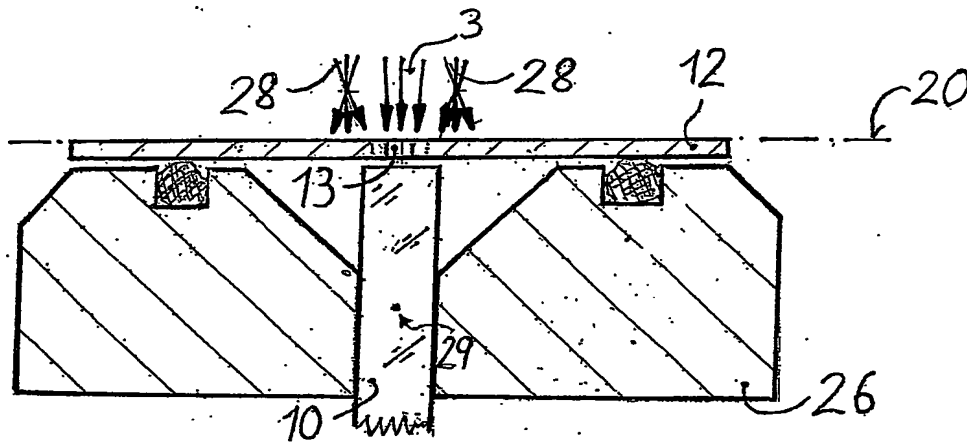


Fig. 3

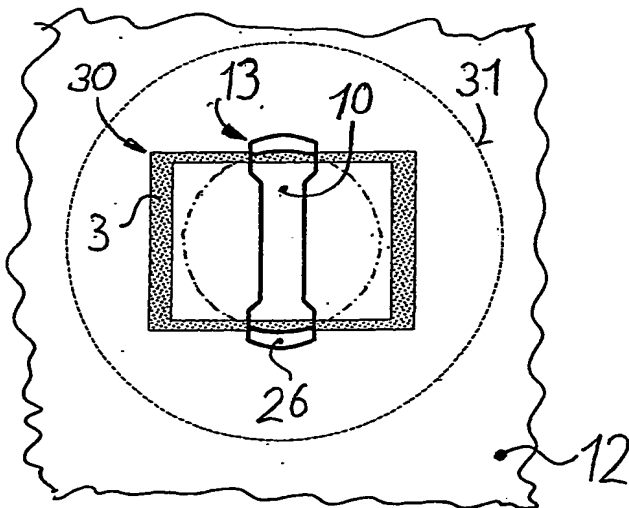


Fig. 4

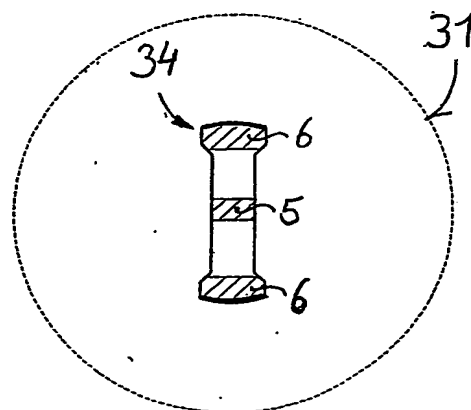




Fig. 5

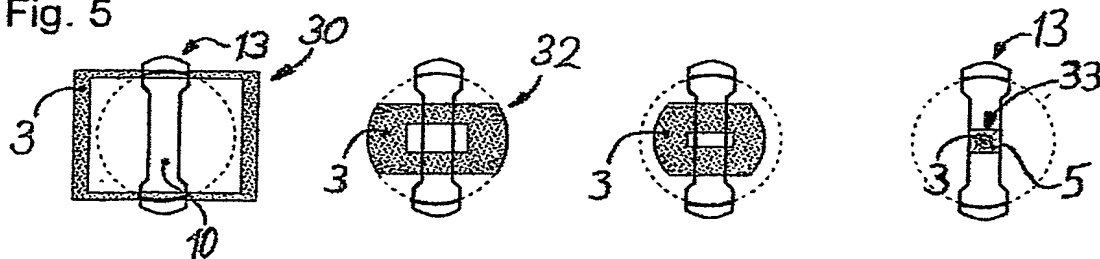


Fig. 6

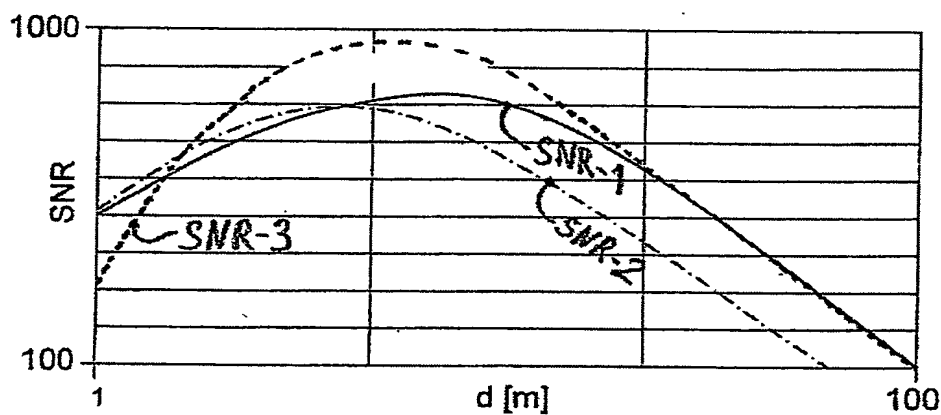


Fig. 7

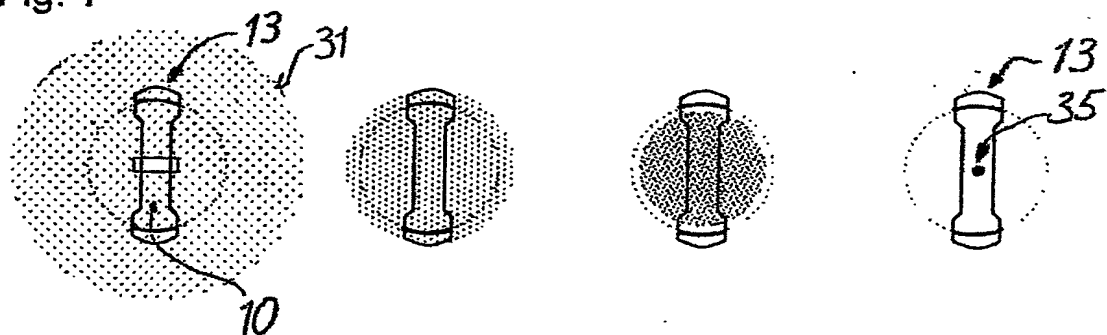


Fig. 8

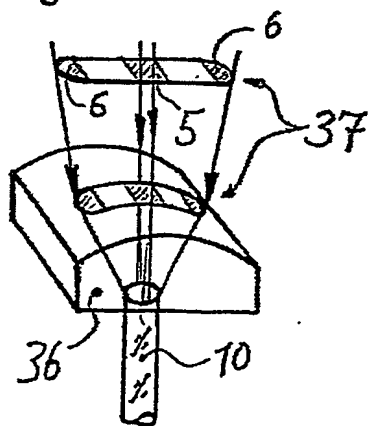


Fig. 9

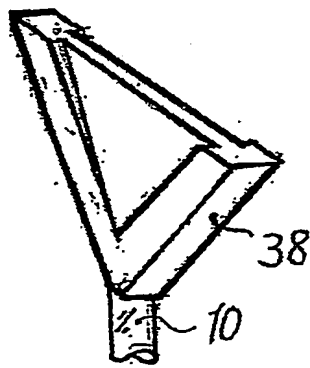


Fig. 10

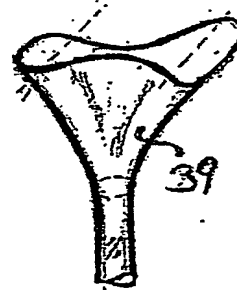


Fig. 11

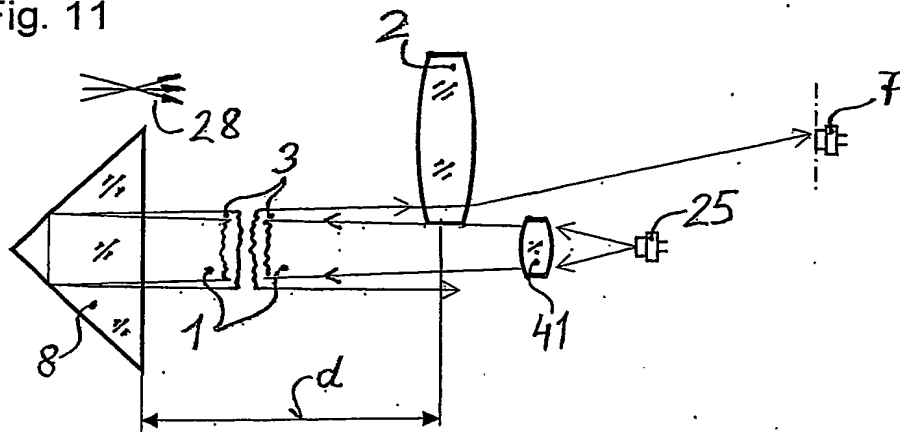


Fig. 12

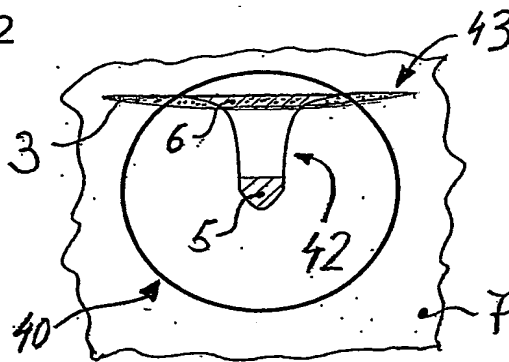
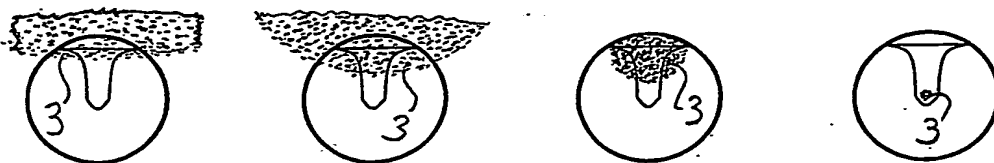


Fig. 13



Fig. 14



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**